

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/004730

International filing date: 10 March 2005 (10.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-068989  
Filing date: 11 March 2004 (11.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 31 March 2005 (31.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

10.3.2005

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JP 05 / 4730

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 4 年    3 月 1 1 日  
Date of Application:

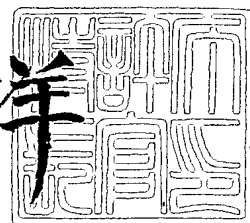
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 4 - 0 6 8 9 8 9  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 4 - 0 6 8 9 8 9 ]

出      願      人                      トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 5 年    2 月 1 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願  
【整理番号】 PY20040258  
【提出日】 平成16年 3月11日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 F01N 3/02  
F01N 3/36  
F01N 3/08

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社 内  
【氏名】 横井 辰久

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社 内  
【氏名】 大坪 康彦

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社 内  
【氏名】 松野 繁洋

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社 内  
【氏名】 松岡 広樹

【特許出願人】  
【識別番号】 000003207  
【氏名又は名称】 トヨタ自動車 株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100068755  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 恩田 博宣

【選任した代理人】  
【識別番号】 100105957  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 恩田 誠

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 008268  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9710232  
【包括委任状番号】 0101646

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

内燃機関の排気通路に設けられて排気中の粒子状物質を捕集する排気浄化部材と、同排気浄化部材に燃料を添加する添加手段とを備える内燃機関の排気浄化装置において、

前記添加手段によって燃料の添加が行われるときの前記排気浄化部材での粒子状物質の燃焼度合を推定し、その推定される燃焼度合に基づいて前記添加手段による燃料の添加態様を設定する設定手段を備える

ことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 2】**

内燃機関の排気通路に設けられて排気中の粒子状物質が通過する排気浄化触媒と、同排気浄化触媒よりも排気下流側に設けられて前記粒子状物質を捕集する排気浄化部材と、それら排気浄化触媒及び排気浄化部材に燃料を添加する添加手段とを備える内燃機関の排気浄化装置において、

前記添加手段によって燃料の添加が行われるときの前記排気浄化部材での粒子状物質の燃焼度合を推定し、その推定される燃焼度合に基づいて前記添加手段による燃料の添加態様を設定する設定手段を備える

ことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 3】**

前記設定手段は、前記排気浄化部材における前記粒子状物質の推定堆積量に基づいて前記粒子状物質の燃焼度合を推定する

請求項 1 または 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 4】**

前記設定手段は、前記排気浄化部材の排気上流側と排気下流側との圧力差に基づいて前記粒子状物質の燃焼度合を推定する

請求項 1 または 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 5】**

前記設定手段は、前記粒子状物質の燃焼度合が予め設定された度合に満たないと推定されるときに前記燃料の添加態様を間欠添加に設定する

請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 6】**

前記間欠添加における燃料添加は予め設定された回数だけ行われる

請求項 5 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 7】**

前記設定手段は、前記粒子状物質の燃焼度合が予め設定された度合を超えると推定されるときに前記燃料の添加態様を連続添加に設定する

請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】内燃機関の排気浄化装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、排気通路に設けられた排気浄化部材に燃料を添加する内燃機関の排気浄化装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、排気通路に設けられたフィルタによって排気中の粒子状物質（PM：Particulate Matter）を捕集して浄化する排気浄化部材が、車載用ディーゼル機関等の内燃機関に採用されている。こうした排気浄化部材では、捕集されたPMの堆積によるフィルタの目詰まりが発生する前に、堆積したPMを除去してフィルタを再生させる必要がある。

【0003】

従来、そうしたフィルタのPM再生を行う排気浄化装置として特許文献1のものが知られている。この排気浄化装置では、PMの酸化を促進する触媒を上記フィルタに担持させており、フィルタに流入する排気中に燃料を添加するようにしている。この燃料添加によってフィルタに捕集されたPMは酸化（燃焼を含む）されて、上記フィルタは再生される。

【特許文献1】特開2003-20930号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、排気浄化部材の上流側に詰まりが生じている状態で上述したような燃料添加を行うと、以下のような不具合が生じるおそれがある。

すなわち、詰まりが生じている場合には、その詰まりが生じている部位での排気の流路が偏るようになるため、この部位で燃焼されるはずの燃料がその下流側の部位で燃焼されるようになる。また、これによって該下流側の部位に堆積したPMやPM再生時において燃え残ったPM、すなわち残留したPMも急激に燃焼されるなどして同排気浄化部材は過剰に昇温され、例えば熱劣化等が生じるおそれがある。

【0005】

なお、排気浄化部材の上流側に詰まりが生じている状態としては、排気浄化部材の上流側の部位や、同排気浄化部材の上流側に設けられた排気浄化触媒等に詰まりが生じている状態などがある。

【0006】

この発明はこうした事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、燃料が添加供給される排気浄化部材の過昇温を抑制することのできる内燃機関の排気浄化装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。

請求項1に記載の発明は、内燃機関の排気通路に設けられて排気中の粒子状物質を捕集する排気浄化部材と、同排気浄化部材に燃料を添加する添加手段とを備える内燃機関の排気浄化装置において、前記添加手段によって燃料の添加が行われるときの前記排気浄化部材での粒子状物質の燃焼度合を推定し、その推定される燃焼度合に基づいて前記添加手段による燃料の添加態様を設定する設定手段を備えることをその要旨とする。

【0008】

上記排気浄化部材にあってその上流側の部位に詰まりが生じている場合には、同部位での排気の流路が偏るようになる。そのためこのような状態で燃料添加を行うと、排気浄化部材にあってその上流側の部位で燃焼されるはずの燃料がその下流側の部位で燃焼されるようになる。また、これによって該下流側の部位に存在する粒子状物質が急激に燃焼され

るおそれもあり、これらによって排気浄化部材が過剰に昇温されるおそれがある。

【0009】

この点、上記構成では推定される粒子状物質の燃焼度合に合わせて燃料の添加態様が設定されるため、燃料が添加供給される排気浄化部材の過昇温を好適に抑制することができるようになる。

【0010】

請求項2に記載の発明は、内燃機関の排気通路に設けられて排気中の粒子状物質が通過する排気浄化触媒と、同排気浄化触媒よりも排気下流側に設けられて前記粒子状物質を捕集する排気浄化部材と、それら排気浄化触媒及び排気浄化部材に燃料を添加する添加手段とを備える内燃機関の排気浄化装置において、前記添加手段によって燃料の添加が行われるときの前記排気浄化部材での粒子状物質の燃焼度合を推定し、その推定される燃焼度合に基づいて前記添加手段による燃料の添加態様を設定する設定手段を備えることをその要旨とする。

【0011】

上記排気浄化部材よりも排気上流側に設けられる上記排気浄化触媒に詰まりが生じている場合には、同排気浄化触媒での排気の流路が偏るようになる。そのためこのような状態で燃料添加を行うと、この排気浄化触媒で燃焼されるはずの燃料がその排気下流側に設けられた上記排気浄化部材で燃焼されるようになる。また、これによって該排気浄化部材に存在する粒子状物質が急激に燃焼されるおそれがあり、これらによって排気浄化部材が過剰に昇温されるおそれがある。

【0012】

この点、上記構成でも推定される粒子状物質の燃焼度合に合わせて燃料の添加態様が設定されるため、燃料が添加供給される排気浄化部材の過昇温を好適に抑制することができるようになる。

【0013】

なお、排気浄化部材における粒子状物質の堆積量が多くなるほど、同粒子状物質の燃焼度合は高くなり、すなわち急激に燃焼されるようになり、同部材は過度に昇温されるようになる。そこで、上述した粒子状物質の燃焼度合は、請求項3に記載の発明によるように、排気浄化部材における粒子状物質の推定堆積量に基づいて推定することができる。ちなみに粒子状物質の推定堆積量は、燃料噴射量や機関回転速度等といった機関運転状態に基づいて算出することができる。

【0014】

また、排気浄化部材における粒子状物質の堆積量が多くなるほど、同部材における排気抵抗は増大するため、該部材の排気上流側と排気下流側との圧力差は大きくなる。従って上述した粒子状物質の燃焼度合は、請求項4に記載の発明によるように、排気浄化部材の排気上流側と排気下流側との圧力差に基づいて推定することもできる。

【0015】

上記推定される燃焼度合に基づく燃料の添加態様の設定に際しては、請求項5に記載の発明によるように、前記設定手段は、前記粒子状物質の燃焼度合が予め設定された度合に満たないと推定されるときに前記燃料の添加態様を間欠添加に設定する、といった構成を採用することができる。

【0016】

上記請求項1に記載の構成にあつて、排気浄化部材に燃料を添加しつづける場合には、同部材の上流側の部位で燃料の燃焼が継続して行われ、同部材の下流側の部位に向けて高温の排気が連続的に送り込まれる。そのため、排気浄化部材の温度はその排気下流側に向かうほど高くなる傾向にあり、同部材の上流側の部位に粒子状物質が残留しやすくなる。また、こうした連続添加では排気浄化部材の上流側の部位の温度が上がりにくいいため、その前端部には粒子状物質等が付着しやすく、詰まりが生じるおそれもある。

【0017】

一方、燃料を間欠的に添加する場合には、高温の排気が排気浄化部材の下流側の部位に

向けて連続的に送り込まれるといった状態が抑制され、排気浄化部材における温度分布の偏りを抑えることができる。そのため、排気浄化部材にあって部分的に残留する粒子状物質の量を減少させることができ、また排気浄化部材の前端部における粒子状物質等の付着量も好適に減少させることができる。ところでこのような間欠添加では、粒子状物質の部分的な残留を抑えたり、上記前端部の詰まりを低減させたりすることができるものの、上述したような連続添加を行う場合と比較して粒子状物質の酸化等が促進されるため、その燃焼度合が高くなり、排気浄化部材が過度に昇温されるおそれがある。そのため、この間欠添加は粒子状物質の残留量が少ないときに実施することが望ましい。そこで上記構成では、粒子状物質の燃焼度合が予め設定された度合に満たないと推定されるとき、例えば燃料添加を行っても粒子状物質が急激に燃焼しないと推定されるときに、燃料を間欠的に添加するようにしている。従って、上述したような間欠添加による効果を得るとともに、排気浄化部材の過昇温も好適に抑制することができるようになる。

#### 【0018】

また、上記請求項2に記載の構成にあって、排気浄化触媒や排気浄化部材に燃料を添加しつづける場合には、排気浄化触媒や排気浄化部材の上流側の部位で燃料の燃焼が継続して行われ、同触媒や同部材の下流側の部位に向けて高温の排気が連続的に送り込まれる。そのため、排気浄化触媒や排気浄化部材の温度はその排気下流側に向かうほど高くなる傾向にあり、排気浄化部材の上流側の部位に粒子状物質が残留しやすくなる。また、こうした連続添加では排気浄化部材の上流側に配設される排気浄化触媒の温度が上がりにくいいため、その前端部には粒子状物質等が付着しやすく、詰まりが生じるおそれもある。

#### 【0019】

一方、燃料を間欠的に添加する場合には、高温の排気が排気浄化触媒や排気浄化部材の下流側の部位に向けて連続的に送り込まれるといった状態が抑制され、排気浄化触媒や排気浄化部材における温度分布の偏りを抑えることができる。そのため、排気浄化部材にあって部分的に残留する粒子状物質の量を減少させることができ、また排気浄化触媒の前端部における粒子状物質等の付着量も好適に減少させることができる。ところでこのような間欠添加では、粒子状物質の部分的な残留を抑えたり、上記前端部の付着量を減少させたりすることができるものの、上述したような連続添加を行う場合と比較して粒子状物質の酸化等が促進されるため、その燃焼度合が高くなり、排気浄化部材が過度に昇温されるおそれがある。そのため、この間欠添加は粒子状物質の残留量が少ないときに実施することが望ましい。そこで上記構成では、粒子状物質の燃焼度合が予め設定された度合に満たないと推定されるとき、例えば燃料添加を行っても粒子状物質が急激に燃焼しないと推定されるときに、燃料を間欠的に添加するようにしている。従って、上述したような間欠添加による効果を得るとともに、排気浄化部材の過昇温も好適に抑制することができるようになる。

#### 【0020】

なお、このような条件下で間欠添加を行う場合には、粒子状物質の残留量がある程度低減されている。そのため、請求項6に記載の発明によるように、間欠添加における燃料添加は予め設定された回数だけ行われるようにすることで、燃料添加による燃料消費の悪化を好適に抑制することができる。

#### 【0021】

他方、上記推定される燃焼度合に基づく燃料の添加態様の設定に際して、上記粒子状物質の燃焼度合が予め設定された度合を超えると推定されるときには、請求項7に記載の発明によるように、燃料の添加態様が連続添加に設定されるようにすることで、排気浄化部材に堆積した粒子状物質を好適に減少させることができるようになる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0022】

##### (第1の実施形態)

以下、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置を具体化した第1の実施形態を、図1～図3を併せ参照して説明する。

**【0023】**

図1は、本実施形態の適用される内燃機関10の構成を示している。この内燃機関10は、コモンレール方式の燃料噴射装置、及びターボチャージャ11を備えるディーゼル機関となっており、大きくは吸気通路12、燃焼室13、及び排気通路14等を備えて構成されている。

**【0024】**

内燃機関10の吸気系を構成する吸気通路12には、その最上流部に配設されたエアクリーナ15から下流側に向けて順に、エアフロメータ16、上記ターボチャージャ11のコンプレッサ17、インタークーラ18、及び吸気絞り弁19が配設されている。また吸気通路12は、吸気絞り弁19の下流側に設けられた吸気マニホールド20において分岐され、吸気ポート21を介して内燃機関10の各気筒の燃焼室13に接続されている。

**【0025】**

一方、内燃機関10の排気系を構成する排気通路14では、各気筒の燃焼室13にそれぞれ接続された排気ポート22は、排気マニホールド23を介して上記ターボチャージャ11の排気タービン24に接続されている。また排気通路14の排気タービン24下流には、上流側から順に、NO<sub>x</sub>触媒コンバータ25、DPNRコンバータ26、酸化触媒コンバータ27が配設されている。

**【0026】**

NO<sub>x</sub>触媒コンバータ25には、吸蔵還元型のNO<sub>x</sub>触媒が担持されている。このNO<sub>x</sub>触媒は、排気の酸素濃度が高いときに排気中のNO<sub>x</sub>を吸蔵し、排気の酸素濃度が低いときにその吸蔵したNO<sub>x</sub>を放出する。またNO<sub>x</sub>触媒は、上記NO<sub>x</sub>放出時に、還元剤となる未燃燃料成分がその周囲に十分存在していれば、その放出されたNO<sub>x</sub>を還元して浄化する。なお、このNO<sub>x</sub>触媒コンバータ25は排気中のPMが通過する上記排気浄化触媒を構成する。

**【0027】**

DPNRコンバータ26は、多孔質材料によって形成されており、排気中のPMが捕集されるようになっている。このDPNRコンバータ26にも、上記NO<sub>x</sub>触媒コンバータ25と同様に、吸蔵還元型のNO<sub>x</sub>触媒が担持されており、排気中のNO<sub>x</sub>の浄化が行われる。またそのNO<sub>x</sub>触媒によって触発される反応により、捕集されたPMが酸化され、除去されるようになっている。このDPNRコンバータ26は上記排気浄化部材を構成する。

**【0028】**

酸化触媒コンバータ27には、酸化触媒が担持されており、排気中のHCやCOが酸化されて浄化されるようになっている。

なお排気通路14の上記DPNRコンバータ26の上流側及び下流側には、DPNRコンバータ26に流入する排気の温度である入ガス温度 $t_{hci}$ を検出する第1排気温センサ28、及びDPNRコンバータ26通過後の排気の温度である出ガス温度 $t_{hco}$ を検出する第2排気温センサ29がそれぞれ配設されている。また排気通路14には、上記DPNRコンバータ26の排気上流側と排気下流側との圧力差 $\Delta P$ を検出する差圧センサ30が配設されている。更に排気通路14の上記NO<sub>x</sub>触媒コンバータ25の排気上流側、及び上記DPNRコンバータ26と上記酸化触媒コンバータ27との間には、排気中の酸素濃度を検出する2つの酸素センサ31、32がそれぞれ配設されている。

**【0029】**

また内燃機関10には、排気の一部を吸気通路12内の空気に再循環させる排気再循環（以下、EGRと記載する）装置が設けられている。EGR装置は、排気通路14と吸気通路12とを連通するEGR通路33を備えて構成されている。EGR通路33の最上流部は、排気通路14の上記排気タービン24の排気上流側に接続されている。EGR通路33には、その上流側から、再循環される排気を改質するEGR触媒34、その排気を冷却するEGRクーラ35、その排気の流量を調整するEGR弁36が配設されている。そしてEGR通路33の最下流部は、吸気通路12の上記吸気絞り弁19の下流側に接続さ



れている。

#### 【0030】

一方、内燃機関10の各気筒の燃焼室13には、同燃焼室13内での燃焼に供される燃料を噴射する燃料噴射弁40がそれぞれ配設されている。各気筒の燃料噴射弁40は、高圧燃料供給管41を介してコモンレール42に接続されている。コモンレール42には、燃料ポンプ43を通じて高圧燃料が供給される。コモンレール42内の高圧燃料の圧力は、同コモンレール42に取り付けられたレール圧センサ44によって検出されるようになっている。

#### 【0031】

更に燃料ポンプ43からは、低圧燃料供給管45を通じて、低圧燃料が添加弁46に供給されるようになっている。添加弁46は、特定の気筒の排気ポート22に配設されており、排気タービン24側に向けて燃料を噴射して、排気中に燃料を添加する。

#### 【0032】

こうした内燃機関10の各種制御を司る電子制御装置50は、内燃機関10の制御に係る各種演算処理を実行するCPU、その制御に必要なプログラムやデータの記憶されたROM、CPUの演算結果等が一時記憶されるRAM、外部との間で信号を入・出力するための入・出力ポート等を備えて構成されている。電子制御装置50の入力ポートには、上述した各センサに加え、機関回転速度NEを検出する機関回転速度センサ51やアクセル操作量を検出するアクセルセンサ52、吸気絞り弁19の開度を検出する絞り弁センサ53等が接続されている。また電子制御装置50の出力ポートには、上記吸気絞り弁19や燃料噴射弁40、燃料ポンプ43、添加弁46、EGR弁36等の駆動回路が接続されている。

#### 【0033】

電子制御装置50は、上記各センサから入力される検出信号より把握される機関運転状態に応じて、上記出力ポートに接続された各機器類の駆動回路に指令信号を出力する。こうして上記燃料噴射弁40による燃料噴射時期や燃料噴射量の制御、上記吸気絞り弁19の開度制御、上記EGR弁36の開度制御に基づくEGR制御等の各種制御が電子制御装置50により実施されている。

#### 【0034】

また電子制御装置50は、そうした制御の一環として、上記添加弁46による排気に対する燃料添加を実施する。この添加弁46による排気への燃料添加は、下記の各制御、すなわちPM再生制御、NO<sub>x</sub>還元制御、及びS被毒回復制御に際して実施される。

#### 【0035】

PM再生制御は、上記DPNRコンバータ26に捕集されたPMを燃焼させて二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)と水(H<sub>2</sub>O)として排出することで、同DPNRコンバータ26の目詰まりを解消するために行われる。PM再生制御時には、添加弁46から排気への燃料添加を継続的に繰り返すことで、排気中や触媒上で添加された燃料を酸化させて、その酸化反応に伴う発熱で触媒床温を高温化(例えば600~700℃)することで、上記PMの燃焼を図るようにしている。

#### 【0036】

NO<sub>x</sub>還元制御は、上記NO<sub>x</sub>触媒コンバータ25及びDPNRコンバータ26のNO<sub>x</sub>触媒に吸蔵されたNO<sub>x</sub>を、窒素(N<sub>2</sub>)、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)及び水(H<sub>2</sub>O)に還元して放出するために行われる。NO<sub>x</sub>還元制御時には、上記添加弁46から排気へと一定の時間をおいて間欠的に燃料添加をすることで、NO<sub>x</sub>触媒周囲の排気を一時的に酸素濃度が低く、未燃燃料成分が多い状態とする、いわゆるリッチスパイクを間欠的に行うようにしている。これにより、NO<sub>x</sub>触媒からのNO<sub>x</sub>の放出及びその還元を促進して、上記NO<sub>x</sub>の還元浄化を図るようにしている。

#### 【0037】

S被毒回復制御は、NO<sub>x</sub>触媒に硫黄酸化物(SO<sub>x</sub>)が吸蔵されることによって低下したNO<sub>x</sub>吸蔵能力を回復するために行われる。S被毒回復制御が開始されると、まず上

記PM再生制御と同様に、添加弁46から排気へと継続的に燃料を添加することで、触媒床温を高温化（例えば600～700℃）する昇温制御が行われる。その後、NO<sub>x</sub>還元制御時と同様に、上記添加弁46からの間欠的な燃料添加を行い、間欠的にリッチスパイクを行うことで、NO<sub>x</sub>触媒からのSO<sub>x</sub>の放出及びその還元を促進して、上記NO<sub>x</sub>吸蔵能力の回復を図るようにしている。

#### 【0038】

ちなみに、この内燃機関10にあって、上記PM再生制御中や、上記S被毒回復制御における触媒床温の高温化中に、上記燃料噴射弁40によるアフター噴射を実施するようにしてもよい。このアフター噴射は、メイン噴射のような燃焼室13での燃焼に供される燃料噴射の後に行われる噴射であって、こうしたアフター噴射において噴射される燃料の多くは、燃焼室13内で燃焼されることなく排気通路に排出される。そのため、こうしたアフター噴射によっても排気中の未燃燃料成分を増量して触媒床温の高温化等を促進することができる。なお、上記添加弁46やアフター噴射等は上記添加手段を構成する。

#### 【0039】

以上のように本実施形態では、排気通路に設けられた添加弁46から排気への燃料添加を行ったり、場合によっては燃料噴射弁40からのアフター噴射を実施したりして、内燃機関10の排気浄化性能の維持を図るようにしている。

#### 【0040】

ところで、NO<sub>x</sub>触媒コンバータ25の上流側に詰まりが生じている状態で、上述したような燃料添加を行うと以下のような不具合が生じるおそれがある。

すなわち、詰まりが生じている場合には、NO<sub>x</sub>触媒コンバータ25での排気の流路が偏るようになる。そのため、このNO<sub>x</sub>触媒コンバータ25で燃焼されるはずの燃料がその下流側に設けられたDPNRコンバータ26で燃焼されるようになる。また、これによって該DPNRコンバータ26に堆積したPMやPM再生時において燃え残ったPM、すなわち残留したPMが急激に燃焼され、これらによって同DPNRコンバータ26が過剰に昇温されて、例えば熱劣化等を引き起こすおそれがある。なお、このような現象は、NO<sub>x</sub>触媒コンバータ25の上流側の部位が熱劣化しているような場合にも起きるおそれがある。

#### 【0041】

そこで本実施形態では、上記添加弁46による排気への燃料添加にかかる制御として、さらにバーンアップ制御を追加するとともに、同バーンアップ制御の実行条件を適切に設定して、DPNRコンバータ26の過昇温を抑制するようにしている。

#### 【0042】

このバーンアップ制御では添加弁46から排気への燃料添加が間欠的に行われ、これにより次のような効果が得られる。

すなわち、NO<sub>x</sub>触媒コンバータ25やDPNRコンバータ26に燃料を添加しつづける場合には、各コンバータの上流側の部位で燃料の燃焼が継続して行われ、各コンバータの下流側の部位に向けて高温の排気が連続的に送り込まれる。そのため、NO<sub>x</sub>触媒コンバータ25やDPNRコンバータ26の温度はその排気下流側に向かうほど高くなる傾向にあり、DPNRコンバータ26の上流側の部位にPMが残留しやすくなる。また、こうした連続添加ではDPNRコンバータ26の上流側に配設されるNO<sub>x</sub>触媒コンバータ25の温度が上がりにくいため、その前端部にはPM等が付着しやすく、詰まりが生じるおそれもある。

#### 【0043】

一方、燃料を間欠的に添加する場合には、高温の排気がNO<sub>x</sub>触媒コンバータ25やDPNRコンバータ26の下流側の部位に向けて連続的に送り込まれるといった状態が抑制され、各コンバータにおける温度分布の偏りを抑えることができる。そのため、DPNRコンバータ26にあって部分的に残留するPMの量を減少させることができ、また、NO<sub>x</sub>触媒コンバータ25の前端部に付着したPM等の量を減少させることができる。

#### 【0044】

ところでこのような間欠添加では、DPNRコンバータ26におけるPMの部分的な残留を抑えたり、NO<sub>x</sub>触媒コンバータ25の前端部におけるPM等の付着量を減少させたりすることができるものの、上述したような連続添加を行う場合と比較して、PMの酸化等が促進される。そのため、PMの燃焼度合が高くなり、DPNRコンバータ26が過度に昇温されてしまうおそれがある。従って、この間欠添加はPMの残留量が少ないときに実施することが望ましい。そこで本実施形態では、燃料添加を行うときのPMの燃焼度合を推定し、その推定される燃焼度合に基づいて燃料の添加態様を設定するようにしている。より具体的には、燃料の添加態様として上記PM再生制御による連続添加、または上記バーンアップ制御による間欠添加のいずれかを設定するようにしている。

#### 【0045】

次に、燃料添加設定処理について図2、図3を併せ参照して説明する。

図2に示す一連の処理は燃料添加設定の処理手順を示しており、電子制御装置50によって所定時間毎に繰り返し実行される。なお、この燃料添加設定処理は上記設定手段を構成する。

#### 【0046】

本処理が開始されとまず、PM再生制御が実行されているか否かが判断される（ステップS110）。このPM再生制御は、別途行われる処理によって推定されたDPNRコンバータ26のPM堆積量PM<sub>sm</sub>がPM再生基準値PM<sub>start</sub>に達したときに実行される。なお、PM堆積量PM<sub>sm</sub>は次式（1）に基づいて算出される。

#### 【0047】

$$PM_{sm} \leftarrow \text{Max} [PM_{sm} + PM_e - PM_c, 0] \quad \cdots (1)$$

PM<sub>sm</sub> : PM堆積量

PM<sub>e</sub> : PM排出量

PM<sub>c</sub> : PMの酸化量

PM排出量PM<sub>e</sub>は、内燃機関10の全燃焼室から排出されるPMの量であり、予めの実験等を通じて設定されたマップ、すなわち機関回転速度NEと機関負荷（ここでは燃料噴射弁40からの燃料噴射量）とをパラメータとするPM排出量算出マップを参照して求められる。

#### 【0048】

酸化量PM<sub>c</sub>は、DPNRコンバータ26に捕集されたPMが酸化により浄化される量である。この酸化量PM<sub>c</sub>は、予めの実験等を通じて設定されたマップ、すなわちDPNRコンバータ26の床温（ここでは第2排気温センサ29にて検出される出ガス温度thco）とエアフロメータ16によって検出される吸入空気量Gaとをパラメータとする酸化量算出マップを参照して求められる。

#### 【0049】

ここで、式（1）の右辺のPM堆積量PM<sub>sm</sub>は、前回の処理で算出されたPM堆積量PM<sub>sm</sub>である。Maxは[]内の数値のうちで大きい方の数値を抽出する演算子である。従って、「PM<sub>sm</sub>+PM<sub>e</sub>-PM<sub>c</sub>」が正の値ならば、「PM<sub>sm</sub>+PM<sub>e</sub>-PM<sub>c</sub>」の値が現在のPM堆積量PM<sub>sm</sub>に設定されるが、負の値になるとPM堆積量PM<sub>sm</sub>には「0」が設定される。そして、内燃機関10の運転状態により、「PM排出量PM<sub>e</sub>>酸化量PM<sub>c</sub>」の状態が継続すると、推定されるPM堆積量PM<sub>sm</sub>は次第に大きくなる。一方、燃料添加が行われるときには「PM排出量PM<sub>e</sub><酸化量PM<sub>c</sub>」となり、推定されるPM堆積量PM<sub>sm</sub>は次第に小さくなる。

#### 【0050】

上記ステップS110の処理において、PM再生制御が実行されていない旨判定されるときには（S110:NO）、本処理は一旦終了される。

一方、ステップS110の処理において、PM再生制御が実行されている旨判定されるときには（S110:YES）、現在のPM堆積量PM<sub>sm</sub>が判定値A以下であるか否か

が判定される (S120)。

【0051】

ここで、DPNRコンバータ26におけるPMの堆積量が多くなるほど、同PMの燃焼度合は高くなり、すなわち急激に燃焼されるようになり、同DPNRコンバータ26は過度に昇温されやすくなる。従って、PMの燃焼度合はPM堆積量 $PM_{sm}$ に基づいて推定することができる。そして判定値Aは、バーンアップ制御による間欠添加を行っても、DPNRコンバータ26内のPMが急激に燃焼されることがなく、同DPNRコンバータ26に熱劣化を生じさせない程度に現在のPM堆積量 $PM_{sm}$ が小さいか否かを判定することのできる値として設定されている。なお、判定値Aは上記PM再生基準値 $PM_{start}$ よりも小さい値であって、予めの実験等を通じてその値は最適化されている。

【0052】

そして、現在のPM堆積量 $PM_{sm}$ が判定値Aよりも大きい旨判定されるときには (S120:NO)、DPNRコンバータ26内にPMがまだ多く残っており、間欠添加を行うと同DPNRコンバータ26内で急激な燃焼が起きる可能性があるとして、PM再生制御による連続添加が継続して実行され (S130)、本処理は一旦終了される。

【0053】

一方、PM再生制御の継続によってDPNRコンバータ26内のPMの量が減少し、現在のPM堆積量 $PM_{sm}$ が判定値A以下である旨判定されるときには (S120:YES)、間欠添加を行ってもDPNRコンバータ26内では急激な燃焼が生じないと推定することができるため、バーンアップ制御による間欠添加が実行される (S140)。そして、本処理は一旦終了される。

【0054】

なお、上記条件を満たすことでバーンアップ制御による間欠添加が行われる場合には、DPNRコンバータ26でのPMの残留量がある程度低減されている。そのため、この間欠添加における燃料添加は予め設定された回数だけ (本実施形態では3回) 行うようにしており、これにより燃料添加による燃料消費の悪化が抑制される。なお、この回数は適宜変更して実行することができる。

【0055】

図3は、上記燃料添加設定処理が行われるときのPM堆積量 $PM_{sm}$ の変化態様と燃料添加の態様とを示している。なお同図3は、時刻 $t_0$ 以前においてPM堆積量 $PM_{sm}$ がPM再生基準値 $PM_{start}$ に達しており、すでにPM再生制御が実施されている途中の状態を示している。

【0056】

この図3に示されるように、PM再生制御による連続添加によってDPNRコンバータ26のPM量は減少し、PM堆積量 $PM_{sm}$ は徐々に小さくなっていく。このとき、PM堆積量 $PM_{sm}$ が判定値Aよりも大きい間 (時刻 $t_0$ ～時刻 $t_1$ の間) は、燃料添加態様として連続添加が設定される。そして時刻 $t_1$ において、PM堆積量 $PM_{sm}$ が判定値A以下になると、燃料添加態様として間欠添加が設定される。そして、間欠添加による燃料添加が3回行われると、燃料添加は終了される。この時刻 $t_1$ 以降においては、間欠添加が実施されることによってNO<sub>x</sub>触媒コンバータ25の前端部に付着したPM等の量が減少され、またDPNRコンバータ26に残留したPMの酸化が促される。

【0057】

なお、間欠添加をさらに長い期間実施することにより、DPNRコンバータ26にあって特に上流側の部位に残留するPM、すなわち連続添加では十分に焼失されない可能性のあるPMを十分に焼失させることもできる。

【0058】

以上説明したように、本実施形態によれば次のような効果を得ることができる。

(1) 燃料の添加が行われるときのDPNRコンバータ26でのPMの燃焼度合を推定するようにしている。具体的にはDPNRコンバータ26におけるPMの推定堆積量 ( $PM_{sm}$ ) に基づいてPMの燃焼度合を推定するようにしている。そして、その推定される

燃焼度合に基づいて燃料の添加態様を設定するようにしている。従って、推定されるPMの燃焼度合に合わせて燃料添加の態様が設定されるようになり、燃料が添加供給されるDPNRコンバータ26の過昇温を好適に抑制することができるようになる。

#### 【0059】

(2) PMの燃焼度合が予め設定された度合に満たないと推定されるとき、具体的にはPM堆積量 $PM_{sm}$ が判定値A以下であるときに、燃料添加の態様を間欠添加に設定するようにしている。そのため、NO<sub>x</sub>触媒コンバータ25の前端部における付着量の減少やDPNRコンバータ26における部分的なPMの残留抑制を図りつつ、DPNRコンバータ26の過昇温を抑制することもできるようになる。

#### 【0060】

(3) 予め設定された回数だけ間欠添加を行うようにしている。そのため燃料添加による燃料消費の悪化を好適に抑制することができる。

(4) PMの燃焼度合が予め設定された度合を超えると推定されるとき、具体的にはPM堆積量 $PM_{sm}$ が判定値Aよりも大きいときには、燃料添加の態様を連続添加に設定するようにしている。そのため、DPNRコンバータ26に堆積したPMの急激な酸化を抑えつつ、その量を好適に減少させることができるようになる。

#### (第2の実施形態)

次に、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置を具体化した第2の実施形態を、図4を併せ参照して説明する。

#### 【0061】

上記第1の実施形態では、PM堆積量 $PM_{sm}$ に基づいてPMの燃焼度合を推定するようにした。ここでDPNRコンバータ26におけるPMの堆積量が多くなるほど、同DPNRコンバータ26における排気抵抗は増大するため、該DPNRコンバータ26の排気上流側と排気下流側との圧力差は大きくなる。従ってこの圧力差に基づいてPMの堆積量を推定する、換言すればPMの燃焼度合を推定することができる。そこで、本実施形態ではDPNRコンバータ26の排気上流側と排気下流側との圧力差 $\Delta P$ に基づいて上述したPMの燃焼度合を推定するようにしている。

#### 【0062】

すなわち、図4に示す本実施形態における燃料添加設定の処理手順では、先の図2におけるステップS120での処理、すなわちPM堆積量 $PM_{sm}$ が判定値A以下であるか否かを判定する代わりに、圧力差 $\Delta P$ と吸入空気量 $G_a$ との比である「 $\Delta P/G_a$ 」の値が差圧判定値 $D_p$ 以下であるか否かを判定するようにしている(S210)。これ以外の点については第1の実施形態と同じである。また図4において先の図2と同一の処理については、同一の符号にて示している。

#### 【0063】

なお、DPNRコンバータ26のPM堆積量の推定に際しては、「 $\Delta P$ /排気の流量」の値を用いるようにした方がより推定精度を向上させることができるものの、吸入空気量 $G_a$ は排気の流量と正比例関係にあるので、「 $\Delta P/G_a$ 」の値を用いても精度に問題はない。尚、このような「 $\Delta P/G_a$ 」と $D_p$ との比較ではなく、圧力差 $\Delta P$ を排気の圧力差として、排気の流量（あるいは吸入空気量 $G_a$ ）に応じて大きく設定される値（例えば $D_p \times G_a$ ）とを比較してもよい。また、より簡易的には、圧力差 $\Delta P$ と予め設定された判定値とを比較するようによい。

#### 【0064】

先の図4におけるステップS210での判定処理において、「 $\Delta P/G_a$ 」の値が差圧判定値 $D_p$ よりも大きい旨判定されるときには、DPNRコンバータ26内にPMがまだ多く残っており、間欠添加を行うと同DPNRコンバータ26内で急激な燃焼が起きる可能性があるとして、PM再生制御による連続添加が継続して実行される(S130)。そして、本処理は一旦終了される。

#### 【0065】

一方、PM再生制御の継続によってDPNRコンバータ26内のPMの量が減少し、「

「 $\Delta P / G_a$ 」の値が差圧判定値 $D_p$ 以下である旨判定されるときには（S210: YES）、間欠添加を行ってもDPNRコンバータ26内では急激な燃焼が生じないと推定することができるため、バーンアップ制御による間欠添加が実行される（S140）。そして、本処理は一旦終了される。

#### 【0066】

以上説明したように、本実施形態によっても第1の実施形態と同様な効果を得ることができる。

#### （第3の実施形態）

次に、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置を具体化した第3の実施形態を、図5を併せ参照して説明する。

#### 【0067】

本実施形態では、第1の実施形態におけるNO<sub>x</sub>触媒コンバータ25及びDPNRコンバータ26といった2つのコンバータに代えて、図5に示すような1つのDPNRコンバータ126を備えるようにしている点のみが異なる。そして、第1の実施形態と同様に、第1排気温センサ28によってDPNRコンバータ126に流入する排気の温度である入ガス温度 $t_{hci}$ が検出され、第2排気温センサ29によってDPNRコンバータ126通過直後の排気の温度である出ガス温度 $t_{hco}$ が検出される。また、差圧センサ30によってDPNRコンバータ126の排気上流側と排気下流側との圧力差 $\Delta P$ が検出される。

#### 【0068】

このような構成にあって、DPNRコンバータ126に燃料を添加しつづける場合には、DPNRコンバータ126の上流側の部位で燃料の燃焼が継続して行われ、同DPNRコンバータ126の下流側の部位に向けて高温の排気が連続的に送り込まれる。そのため、DPNRコンバータ126の温度はその排気下流側に向かうほど高くなる傾向にあり、同DPNRコンバータ126の上流側の部位にPMが残留しやすくなる。また、こうした連続添加ではDPNRコンバータ126の上流側の部位の温度が上がりにくいため、その前端部にはPM等が付着しやすく、詰まりが生じるおそれもある。

#### 【0069】

一方、燃料を間欠的に添加する場合には、高温の排気がDPNRコンバータ126の下流側の部位に向けて連続的に送り込まれるといった状態が抑制され、DPNRコンバータ126における温度分布の偏りを抑えることができる。そのため、DPNRコンバータ126にあって部分的に残留するPMの量を減少させることができ、またDPNRコンバータ126の前端部におけるPM等の付着量も好適に減少させることができる。ところでこのような間欠添加では、PMの部分的な残留を抑えたり、上記前端部の付着量を減少させたりすることができるものの、上述したような連続添加を行う場合と比較してPMの酸化等が促進されるため、その燃焼度合が高くなり、DPNRコンバータ126が過度に昇温されるおそれがある。すなわち、本実施形態でも第1の実施形態と同様な不具合が生じるおそれがある。

#### 【0070】

そこで本実施形態でも、第1の実施形態で説明したような添加態様設定処理を実行するようにしている。そのため、本実施形態にあって第1の実施形態と同様な効果、すなわち以下のような効果を得ることができる。

#### 【0071】

(1) 燃料の添加が行われるときのDPNRコンバータ126でのPMの燃焼度合が推定される。具体的にはDPNRコンバータ126におけるPMの推定堆積量（PM<sub>sm</sub>）に基づいてPMの燃焼度合が推定される。そして、その推定される燃焼度合に基づいて燃料の添加態様を設定するようにしている。従って、推定されるPMの燃焼度合に合わせて燃料添加の態様が設定されるようになり、燃料が添加供給されるDPNRコンバータ126の過昇温を好適に抑制することができるようになる。

#### 【0072】

(2) PMの燃焼度合が予め設定された度合に満たないと推定されるとき、具体的にはPM堆積量 $PM_{sm}$ が判定値A以下であるときに、燃料添加の態様が間欠添加に設定される。そのため、DPNRコンバータ126の前端部における付着量の減少や同DPNRコンバータ26における部分的なPMの残留抑制を図りつつ、同DPNRコンバータ26の過昇温を抑制することもできるようになる。

【0073】

(3) 予め設定された回数だけ間欠添加を行うようにしている。そのため燃料添加による燃料消費の悪化を好適に抑制することができる。

(4) PMの燃焼度合が予め設定された度合を超えると推定されるとき、具体的にはPM堆積量 $PM_{sm}$ が判定値Aよりも大きいときには、燃料添加の態様が連続添加に設定される。そのため、DPNRコンバータ26に堆積したPMの急激な酸化を抑えつつ、その量を好適に減少させることができるようになる。

【0074】

なお、上記各実施形態は以下のように変更して実施することもできる。

・上記各実施形態において、PM堆積量 $PM_{sm}$ 及び圧力差 $\Delta P$ を用いてPMの燃焼度合を推定するようにしてもよい。

【0075】

・上記各実施形態では、PMの燃焼度合を推定する際にPM堆積量 $PM_{sm}$ や圧力差 $\Delta P$ を用いるようにした。他方、PM堆積量が増大すると入ガス温度 $t_{hci}$ と出ガス温度 $t_{hco}$ との温度差が大きくなる傾向にあるため、この温度差を用いてPMの燃焼度合を推定するようにしてもよい。この一例のように、PMの燃焼度合を推定することができる値であれば、他の値を用いることができる。

【0076】

・第3の実施形態において、第2の実施形態で説明したような燃料添加設定処理を行うようにしてもよい。この場合にも第2の実施形態と同様な効果を得ることができる。

・エアフロメータ16にて吸入空気量 $G_a$ を検出する代わりに、内燃機関10の運転状態、例えば機関回転速度 $NE$ と燃料噴射量とから排気の流量を算出し、これを吸入空気量 $G_a$ の代用値として用いるようにしてもよい。

【0077】

・上記 $NO_x$ 触媒コンバータ25が他の触媒コンバータであったり、上記DPNRコンバータ26、126がPMを捕集する機能のみを有するフィルタであったりしても、本発明は同様に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0078】

【図1】本発明にかかる内燃機関の排気浄化装置の第1の実施形態について、これが適用される内燃機関及びその周辺構成を示す概略図。

【図2】同実施形態における燃料添加設定処理の手順を示すフローチャート。

【図3】同実施形態における燃料添加の態様を示すタイムチャート。

【図4】第2の実施形態における燃料添加設定処理の手順を示すフローチャート。

【図5】第3の実施形態における排気浄化装置の構成を示す概略図。

【符号の説明】

【0079】

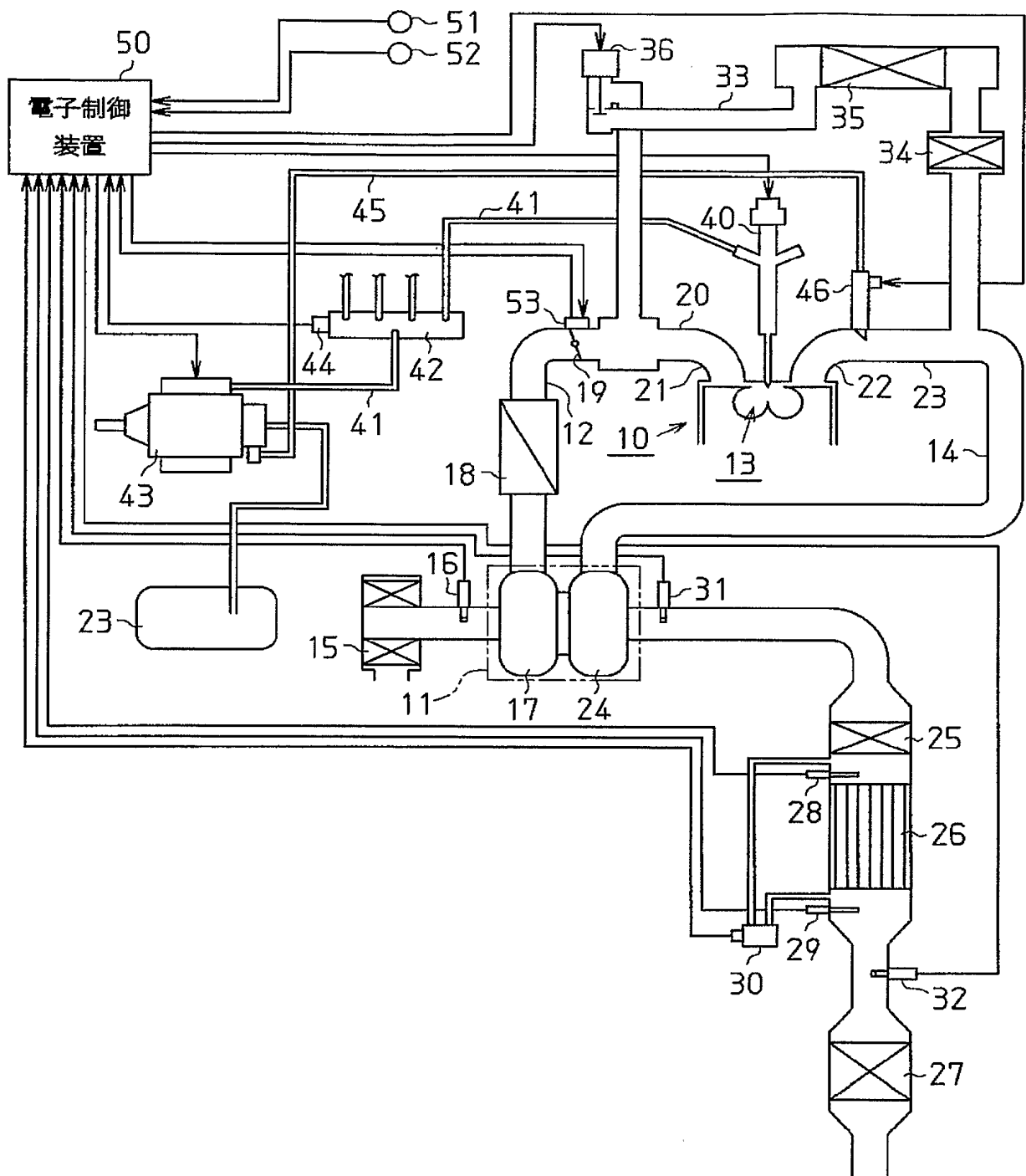
10…内燃機関、11…ターボチャージャ、12…吸気通路、13…燃焼室、14…排気通路、15…エアクリーナ、16…エアフロメータ、17…コンプレッサ、18…インタークーラ、19…吸気絞り弁、20…吸気マニホールド、21…吸気ポート、22…排気ポート、23…排気マニホールド、24…排気タービン、25… $NO_x$ 触媒コンバータ、26、126…DPNRコンバータ、27…酸化触媒コンバータ、28…第1排気温センサ、29…第2排気温センサ、30…差圧センサ、31、32…酸素センサ、33…EGR通路、34…EGR触媒、35…EGRクーラ、36…EGR弁、40…燃料噴射弁、41…高圧燃料供給管、42…コモンレール、43…燃料ポンプ、44…レール圧セン

サ、 4 5 …低圧燃料供給管、 4 6 …添加弁、 5 0 …電子制御装置、 5 1 …機関回転速度センサ、 5 2 …アクセルセンサ、 5 3 …絞り弁センサ。

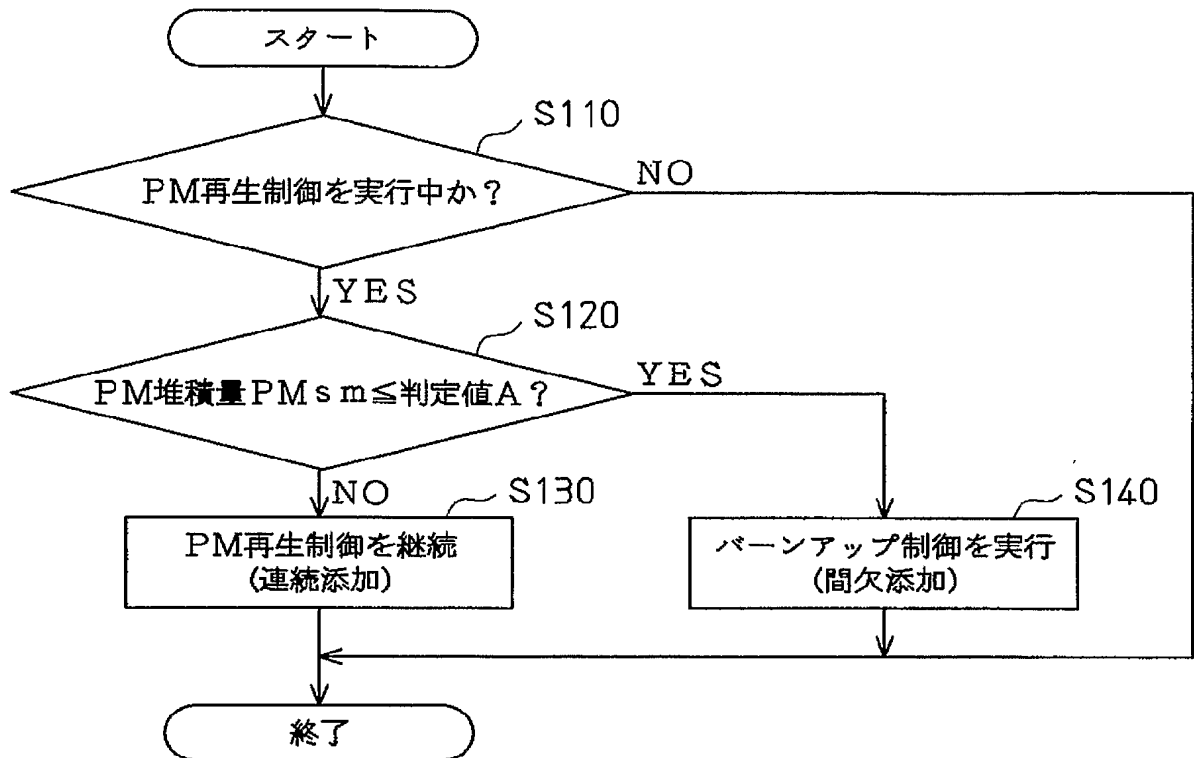


【書類名】 図面

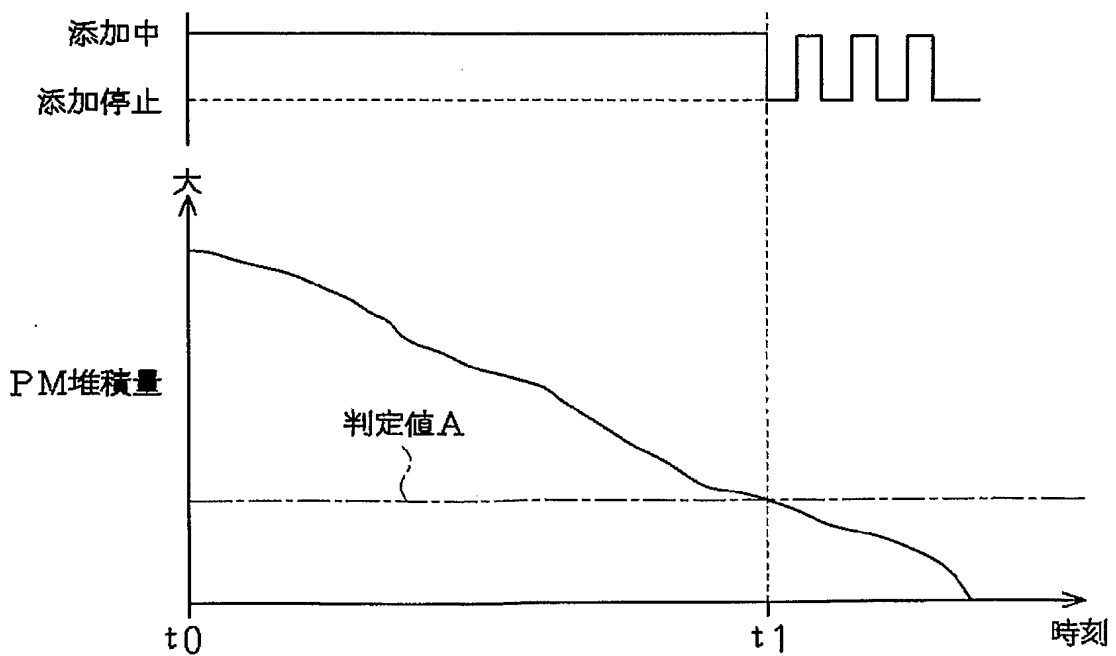
【図 1】



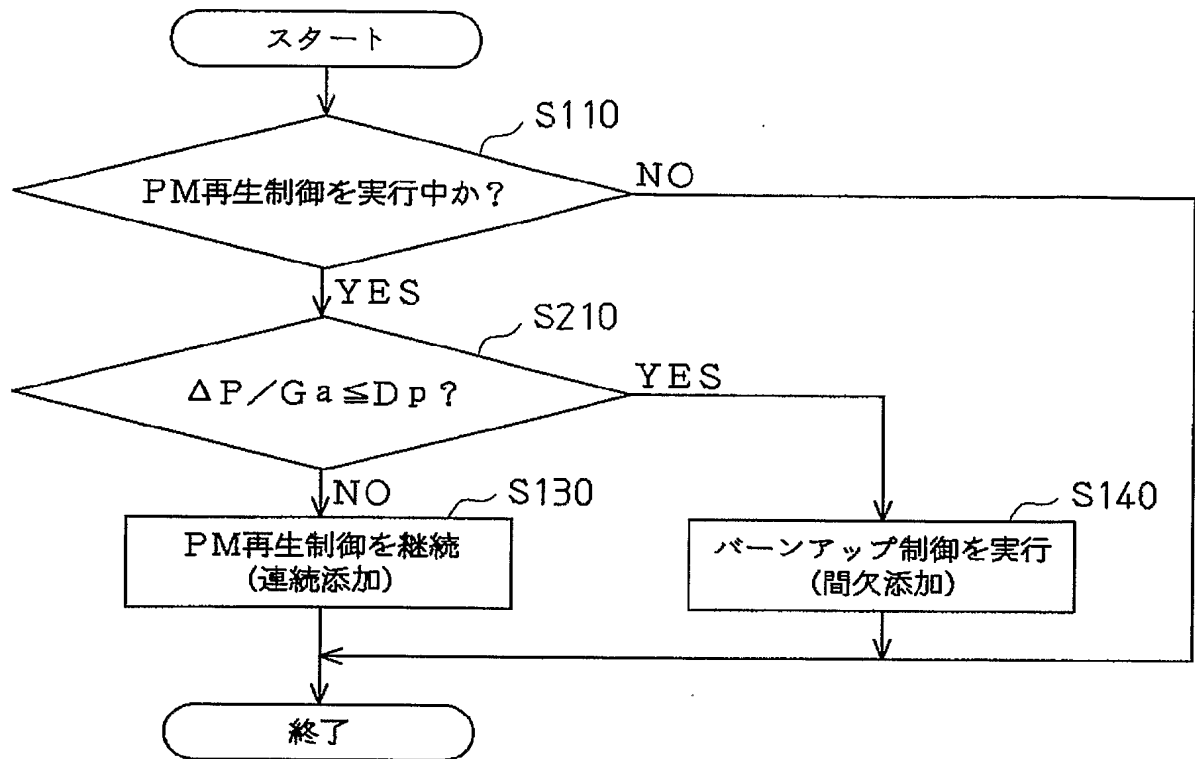
【図 2】



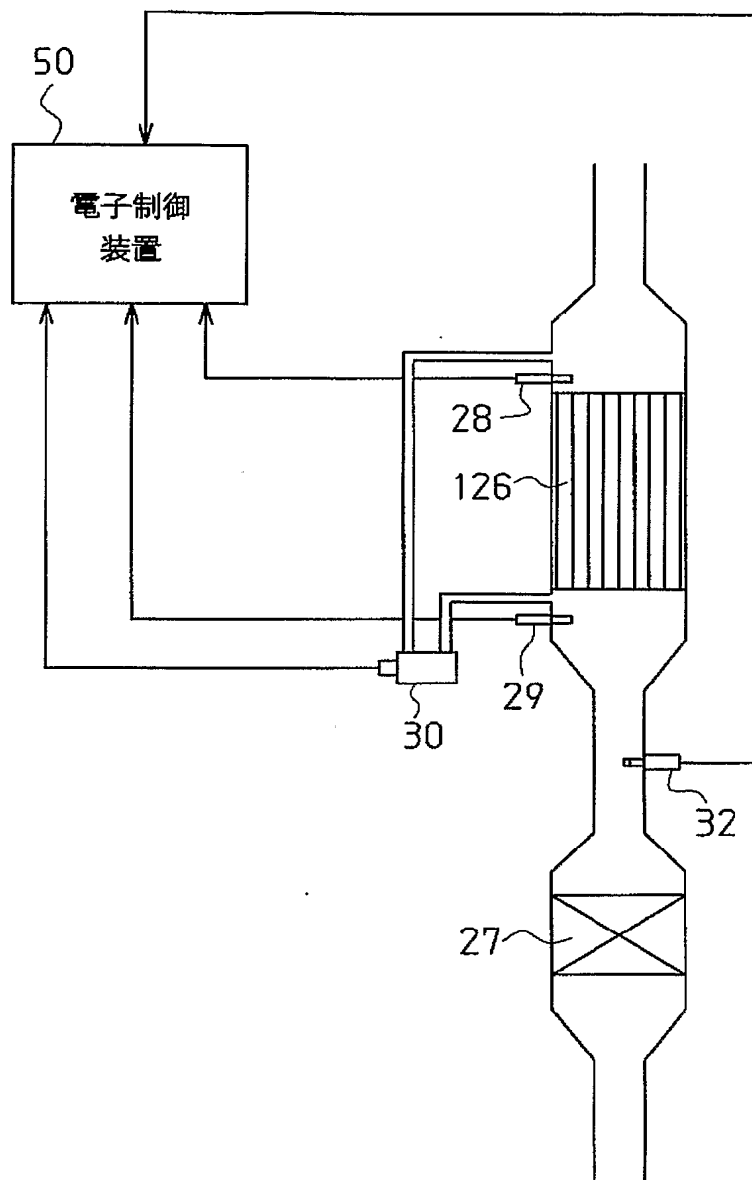
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 燃料が添加供給される排気浄化部材の過昇温を抑制することのできる内燃機関の排気浄化装置を提供する。

【解決手段】 排気浄化部材におけるPM堆積量 $PM_{sm}$ が判定値A以下であるときには（S120：YES）、燃料添加の態様としてバーンアップ制御による間欠添加を実行する（S140）。一方、排気浄化部材におけるPM堆積量 $PM_{sm}$ が判定値Aよりも大きいときには（S120：NO）、燃料添加の態様としてPM再生制御による連続添加を継続する（S130）。

【選択図】 図2

特願 2 0 0 4 - 0 6 8 9 8 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社